

PUB-NO: EP000718481A2

DOCUMENT-IDENTIFIER: EP 718481 A2

TITLE: Exhaust gas recirculation for a supercharged internal combustion engine

PUBN-DATE: June 26, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
WEISS, JOACHIM DR	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MAN NUTZFAHRZEUGE AG	DE

APPL-NO: EP95114998

APPL-DATE: September 23, 1995

PRIORITY-DATA: DE04446730A ( December 24, 1994)

INT-CL (IPC): F02B037/013, F02B047/08 , F02M025/07

EUR-CL (EPC): F02B037/013 ; F02B037/18, F02M025/07 , F02M025/07 , F02M025/07

ABSTRACT:

CHG DATE=19990617 STATUS=O> The exhaust gas return system takes part of the exhaust gas from the two-stage turbocharged combustion engine (1). The exhaust gas flows along a bypass line (8) from between the high (3) and low (6) pressure turbines and is fed to the inlet of the low pressure turbocharger compressor (9). The bypass line is fitted with a control valve (10). Pref. an exhaust gas cooler (11) is also fitted in the bypass line.

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 718 481 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
26.06.1996 Patentblatt 1996/26

(51) Int. Cl. 6: F02B 37/013, F02B 47/08,  
F02M 25/07

(21) Anmeldenummer: 95114998.8

(22) Anmeldetag: 23.09.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR IT NL SE

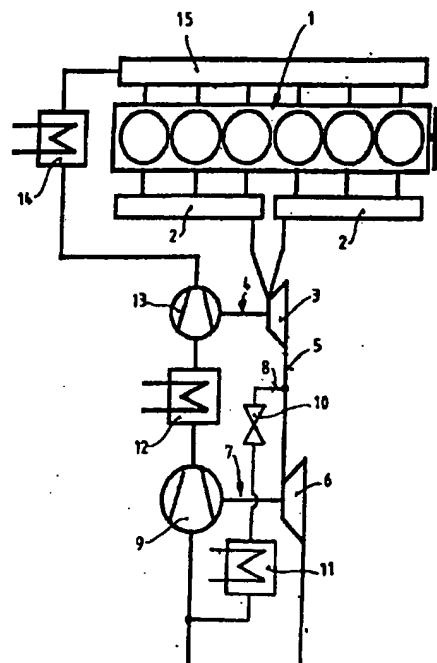
(71) Anmelder: MAN NUTZFAHRZEUGE AG  
80995 München (DE)

(30) Priorität: 24.12.1994 DE 4446730

(72) Erfinder: Weiss, Joachim, Dr.  
D-90522 Oberasbach (DE)

### (54) Abgasrückführung für eine Brennkraftmaschine mit Aufladung

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Abgasrückführung für eine Brennkraftmaschine mit Aufladung. Zur Verbesserung der Abgaswerte, insbes. zur Reduzierung der NO<sub>x</sub>-Werte im Teillastbereich ist es bekannt, einen Teil des Abgases zurückzuführen, um durch eine Verringerung des Sauerstoffgehaltes die NO<sub>x</sub>-Bildung zu unterdrücken. Bei aufgeladenen Motoren führt eine unmittelbare Rückführung des Abgases zu einer spürbaren Leistungseinbuße bei der Abgasturbine. Noch stärker ist diese Einbuße bei einer zweistufigen Aufladung. Um eine derartige Leistungseinbuße, verbunden mit Brennstoffmehrverbrauch, zu vermeiden, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, das rückzuführende Abgas zwischen der Hoch- und der Niederdruckturbine zu entnehmen und es dem Eintritt des zur Niederdruckturbine gehörenden Niederdruckverdichters zuzuführen. Die Abgasrückführung wird somit mit einem Minimum an Brennstoffmehrverbrauch bewerkstelligt.



## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Abgasrückführung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Aus DE-23 26 206 A1 ist eine Brennkraftmaschine mit Aufladung bekannt, bei der Abgas wahlweise vor oder hinter der Turbine des Abgasturboladers entnommen und der Saugseite des zugehörigen Verdichters zugeführt werden kann. Die verdichtete Ladeluft, bzw. das verdichtete Abgas-Luftgemisch wird über einen Ladeluftkühler der Brennkraftmaschine zugeführt. Die Menge des rückgeführten Abgases kann durch ein Regelventil gesteuert werden. Im Zuge der derzeitigen und noch zu erwartenden Absenkungen der Emissionsgrenzwerte für Brennkraftmaschinen geraten die bei der einstufigen Aufladung verwendeten Abgasturbolader zunehmend in den Grenzbereich ihrer Leistungsfähigkeit und Dauerhaltbarkeit. Dabei ist auch der Zielkonflikt zwischen geringen Stickoxidemissionen und gleichzeitig niedrigem Kraftstoffverbrauch immer schwieriger zu beherrschen. Zudem ist bei dieser Art der Abgasrückführung am einstufigen Abgasturbolader der große Enthalpieverlust des rückgeführten Abgases von Nachteil, weiches ohne Ausnutzung seiner Arbeitsfähigkeit an der Ab gasturbin e vorbeigeführt wird.

Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, die Abgasrückführung so weiterzuentwickeln, daß sie nahezu im gesamten Betriebsbereich mit dem Ziel einer Absenkung der Stickoxidemission angewandt werden kann und dabei gleichzeitig eine geringe thermische und mechanische Belastung der Turbomaschinen bei möglichst unverändertem Gesamtwirkungsgrad gewährleistet ist.

Gelöst wird diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1.

Durch die Entnahme des Abgases erst nach der Hochdruckturbine wird die im Abgas steckende Enthalpie besser ausgenutzt. Zum Antrieb des Hochdruckverdichters steht somit mehr Energie zur Verfügung, so daß ein nahezu unverändert hoher Ladedruck erzielt wird. Dieser Effekt wird dadurch noch verstärkt, daß die durch die Entnahme des Rückführgases hervorgerufene Absenkung des Druckniveaus zwischen Hoch- und Niederdru ck turbine das Gefälle am Hochdruckteil zusätzlich vergrößert. Die aufgrund der Abgasrückführung sinkende Leistung der Niederdru ck turbine wird daher zu einem beträchtlichen Teil durch eine höhere Leistung der Hochdruckturbine kompensiert.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Abgasrückführung kann dem Patentanspruch 2 entnommen werden.

Die Kühlung des rückgeführten Abgases in einem besonderen Abgaskühler verringert die für die Aufladung des Abgas-Luftgemisches erforderliche Verdichtungsarbeit erheblich und schützt den Verdichter vor thermischer Überlastung.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist an Hand einer Zeichnung dargestellt.

Das Abgas einer Brennkraftmaschine 1 gelangt von einer Abgassammelleitung 2 zunächst zu einer ersten

Hochdruckturbine 3 eines ersten Abgasturboladers 4.

Nach dem Verlassen der Hochdruckturbine 3 wird das Abgas über eine Verbindungsleitung 5 einer Niederdru ck turbine 6 eines zweiten Abgasturboladers 7 zugeführt.

Erfindungsgemäß zweigt von der Verbindungsleitung 5 eine Bypaßleitung 8 ab, über welche eine Teilmenge des Abgases dem Eintritt eines Niederdruckverdichters 9 des zweiten Abgasturboladers 7 zugeführt werden kann.

Die dem Eintritt des Niederdruckverdichters 9 zugeführte Teilmenge des Abgases kann durch ein Regelventil 10 in der Bypaßleitung 8 geregelt werden. Zur Rückführung des rückgeführten Abgases ist ein Abgaskühler 11 vorgesehen, welcher mit dem Regelventil 10 in Reihe geschaltet ist. Die vom Regelventil 10 gesteuerte Abgasmenge wird dem Eintritt des Niederdruckverdichters 9 des zweiten Turboladers 7 zugeführt und zusammen mit der Luft vorverdichtet. Die vorverdichtete

Luft bzw. das Abgas-Luftgemisch durchläuft nun einen ersten Ladeluftkühler 12 und wird anschließend in einem Hochdruckverdichter 13 des ersten Turboladers 4 weiterverdichtet. Die Luft bzw. das Abgas-Luftgemisch wird in einem zweiten Ladeluftkühler 14 nochmals gekühlt, ehe es, nunmehr auf Ladedruckniveau, über die Lade luftleitung 15 der Brennkraftmaschine 1 zugeführt wird.

Der wesentliche Vorteil der erfindungsgemäß Abgasrückführung ist darin zu sehen, daß das Abgas hoher Enthalpie zunächst in der Hochdruckturbine 3 entspannt wird und dabei einen großen Teil seiner Energie abgibt, welche dem Hochdruckverdichter 13 zugute kommt. Zusätzliche Vorteile stellen sich dann ein, wenn das System eine zweiflüttige Anordnung des Abgasstranges m Verbindung mit einer zweiflüttig ausgebildeten Hochdruckturbine 3 aufweist, indem die damit einhergehenden Nachteile bei der Abgasentnahme aus einem Abgasstrang vermieden werden. Dasselbe gilt für die Abgasentnahme aus beiden Strängen, weil sie nicht länger getrennt wären und sich gegenseitig negativ beeinflussen würden. Aus beidem ergibt sich durch die Entnahme des Rückführgases nach der Hochdruckturbine 3 eine höhere Effizienz derselben und damit ein niedrigerer Kraftstoffverbrauch der Brennkraftmaschine. Ein weiterer positiver Aspekt ist darin zu sehen, daß bei der Auslegung der Hochdruckturbine 3 auf evtl. Beeinflussung durch die Verringerung des Massenstroms durch Abgasrückführung keine Rücksicht genommen zu werden braucht, weil die Hochdruckturbine 3 immer mit dem gesamten Abgasstrom beaufschlagt ist. Darüber hinaus hat sich die Temperatur des Abgases nach Austritt aus Turbine 3 durch Expansion beträchtlich erniedrigt, bevor es über die Bypaßleitung 8 rückgeführt wird. Dies entlastet den Abgaskühler 11 thermisch und verringert die erforderliche Kühlleistung.

Die erfindungsgemäß Abgasrückführung verhilft der Brennkraftmaschine nahezu im gesamten Betriebsbereich zu niedrigen Stickoxidemissionen, ohne den Kraftstoffverbrauch nennenswert anzuheben.

**Patentansprüche**

1. Abgasrückführung für eine Brennkraftmaschine mit Aufladung, bei der eine Teilmenge des Abgases vor dem Eintritt in eine Ab gasturbine über eine Bypaßleitung entnommen und einem Eintritt eines der Ab gasturbine zugehörigen Verdichters zugeführt wird, wobei die entnommene Teilmenge des Abgases über ein in die Bypaßleitung eingebautes Regelventil steuerbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Bypaßleitung (8) das Abgas zwischen einer Hoch- und einer Niederdruckturbine (3, 6) entnimmt und es dem Eintritt eines der Niederdruckturbine (6) zugehörigen Niederdruckverdichters (9) zuführt.

15

2. Abgasrückführung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bypaßleitung (8) noch einen zum Regelventil (10) in Reihe geschalteten Abgaskühler (11) ausweist.

20

25

30

35

40

45

50

55

